



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 195 03 718 A 1

⑤ Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**H 01 J 37/32**  
G 21 K 5/02  
F 21 V 7/22  
C 23 C 14/02  
C 23 C 16/02  
B 08 B 7/00  
B 01 J 19/12  
H 01 H 1/48

⑳ Aktenzeichen: 195 03 718.9  
㉔ Anmeldetag: 4. 2. 95  
㉕ Offenlegungstag: 8. 8. 96

DE 195 03 718 A 1

㉑ Anmelder:

Leybold AG, 63450 Hanau, DE;  
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

㉒ Erfinder:

Patz, Ulrich, Dr., 63589 Linsengericht, DE; Scherer,  
Michael, Dr., 63517 Rodenbach, DE; Neff, Willi, Dr.,  
Kelmis, BE; Pochner, Klaus, 52072 Aachen, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

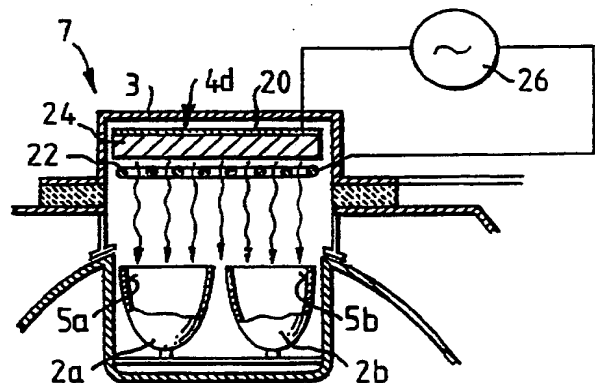
DE-PS 3 66 901  
DE 15 21 561 B2  
DE 43 32 866 A1  
DE 43 22 512 A1  
DE 43 02 465 A1  
DE 42 38 586 A1  
DE 41 13 524 A1  
DE 40 25 078 A1  
DE 40 10 190 A1

FR 26 48 827 A1  
GB 14 16 887  
US 51 35 724  
US 44 48 110  
US 42 39 973  
EP 6 14 213 A1  
EP 5 10 503 A2

JP 3-114533 A., In: Patents Abstracts of Japan,  
C-856, Aug. 6, 1991, Vol. 15, No. 306;

⑤④ UV-Strahler

⑤⑦ Die Erfindung betrifft die Verwendung einer dielektrischen  
behinderten Entladevorrichtung (4a, 4b, 4c, 4d) (Barriereent-  
ladevorrichtung) zur Reinigung von mittels vakuumgestütz-  
ter Verfahren zu beschichtender Oberflächen (5a, 5b). Die in  
einer Vakuumkammer (1) angeordnete Barriereentladevor-  
richtung (4a, 4b, 4c, 4d) besteht im wesentlichen aus  
mindestens zwei sich gegenüberliegenden Elektrodenkör-  
pern (20, 22) und einem zwischen den Elektrodenkörpern (20,  
22) in unmittelbarer Nähe zu einer Elektrode (20) positionier-  
tem Dielektrikum (22) und einer mit den Elektroden (20, 22)  
elektrisch verbundenen Stromquelle (26). Die während der  
elektrischen Entladung zwischen den Elektrodenkörpern (20,  
22) freigesetzten Plasmateilchen und UV-Strahlung tritt  
durch die für UV-Strahlung und/oder Plasmateilchen durch-  
lässige Elektrode (22) aus dem Entladungsraum heraus und  
trifft auf die zu reinigenden Oberflächen (5a, 5b). An den  
Oberflächen (5a, 5b) wird mittels der UV-Strahlung ein  
photochemischer und/oder mittels der auftreffenden Plas-  
mateilchen ein plasmachemischer Reinigungsprozeß ausge-  
löst. Das erfindungsgemäße Reinigungsverfahren ist im  
wesentlichen druckunabhängig bei Drücken kleiner als 10  
bar einsetzbar, wodurch das Reinigungsverfahren insbeson-  
dere während der Abpumphase der Vakuumkammer (1)  
anwendbar ist.



DE 195 03 718 A 1

Die Erfindung betrifft die Verwendung einer elektrisch behinderten Entladung für die Oberflächenbehandlung, insbesondere für die Oberflächenreinigung gemäß dem Patentanspruch 1, sowie ein Verfahren zur Behandlung, insbesondere zur Reinigung, von Oberflächen gemäß dem Patentanspruch 9.

Zur Beschichtung von Oberflächen mittels vakuumgestützter Verfahren, wie zum Beispiel die Sputterbeschichtung oder das Beschichten in einem Bedampfungsprozeß mit thermisch aktivierten Beschichtungssubstanzen erfordert üblicherweise die vorherige Reinigung der zu beschichtenden Oberflächen.

Bekannt ist, die Oberflächen mittels Plasmaanwendung, insbesondere mittels einer in der Beschichtungskammer selbst oder in einer separaten Reinigungskammer durchgeführten Glimmentladung durchzuführen. Dabei werden die zu reinigenden Oberflächen nach Einschleusung in die Reinigungskammer einem vor den Oberflächen brennenden Plasma unter Glimmentladungsbedingungen ausgesetzt. Die Einwirkung der aus dem Plasma auf die Oberfläche auftreffenden Teilchen löst die auf der Oberfläche abhaftenden Verunreinigungen ab. Zum Zünden und Aufrechterhalten der Glimmentladung ist neben einem definierten Zündpotential zwischen den Zündelektroden die Einstellung eines Mindestdrucks für das Plasmaprozeßgas notwendig. Dieser Mindestdruck wird üblicherweise durch evakuieren der Vakuumkammer mittels Vakuumpumpen nachteilig erst nach einer Wartezeit erreicht. Weiterhin ist bei der Glimmentladungsreinigung darauf zu achten, daß die Glimmentladung bei einem konstanten Kammerdruck betrieben wird, da die Effektivität der Plasmareinigung stark druckabhängig ist. Um den Kammerdruck stabil zu halten, ist somit eine aufwendige manuelle oder automatisch gesteuerte Druckregelung nachteilig erforderlich.

Um diese Entladebedingungen ohne Beeinträchtigung für die, während des Beschichtungsprozesses gesetzten Prozeßvorrichtungen einhalten zu können, wird die Reinigung in einer separaten Vakuumkammer durchgeführt, in welcher ausschließlich die Glimmentladungsvorrichtungskomponenten angeordnet sind, wodurch der gesamte Reinigungsprozeß die Vakuumbeschichtung zeitaufwendig und wirtschaftlich aufwendig macht.

Aufgabe der Erfindung ist, ein Reinigungsverfahren für unter Vakuumbedingungen zu beschichtende Oberflächen anzugeben, welches die vorgenannten Nachteile vermeidet.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß für die Reinigung der Oberflächen eine dielektrisch behinderte Entladung in der Vakuumkammer verwendet wird. Die zur Erzeugung der dielektrisch behinderten Entladung, die auch als Barriereentladung bezeichnet wird, erforderliche Entladevorrichtung besteht im wesentlichen aus mindestens zwei Elektroden, einem in dem Entladungsraum zwischen den Elektroden angeordneten Dielektrikum und eine mit den Elektroden verbundenen Stromquelle. Die prinzipielle Arbeitsweise eine derartigen Barriereentladung ist in dem Stand der Technik im Journal of Applied Spectroscopy Band 41, Nr. 4, Oktober 1984, auf den Seiten 1194 bis 1197 näher erläutert. Bei dem durch die dielektrisch behinderte Entladung induzierten Reinigungsprozeß, werden die auf der Oberfläche anlagernden Verunreinigungen entweder durch einen photochemischen Zersetzungsprozeß

mittels der durch die Entladung emittierten auf die Oberfläche auftreffende UV-Strahlung bewirkt oder durch die aus dem Entladungsplasma der dielektrischen Entladung direkt auf die Oberfläche auftreffenden Plasmateilchen, die eine plasmachemische Zersetzung bewirken. Abhängig von der Ausbildung der Barriereentladungsvorrichtung ist die simultane Reinigung mittels photochemischer und plasmachemischer Zersetzung möglich.

Von Vorteil ist, daß der Betrieb einer derartigen Barriereentladungsvorrichtung generell in einem Druckbereich bis zu 10 bar möglich ist, wodurch die Anwendung dieses Verfahrens insbesondere auch unter atmosphärischen Druckbedingungen ermöglicht. Der Reinigungsprozeß kann somit unmittelbar nach Einbringen der zu reinigenden Oberfläche in die Vakuumkammer gestartet werden und während der gesamten Abpumpzeit betrieben werden. Damit benötigt der Reinigungsprozeß selbst und damit der gesamte Beschichtungsprozeß weniger Zeit. Der Zeitgewinn beträgt durch Einsparung dieser Wartezeit ca. 25%—30% bezogen auf die gesamte Prozeßzykluszeit für den zu beschichtenden Substratkörper. Da die Barriereentladung in ihren Druckbedingungen nur wenig eingeschränkt ist muß für einen Reinigungsprozeß keine zusätzliche Vakuumkammer bereitgestellt werden, wodurch das Reinigungsverfahren auch besonders wirtschaftlich ist. Die während des Reinigungsprozesses in die Gasphase freigesetzten Verunreinigungen werden beim Abpumpprozeß mit abgepumpt, wodurch eine spätere Wiederbedeckung der gereinigten Oberflächen mit diesen Verunreinigungen während des Beschichtungsprozesses vorteilhaft unterbunden wird.

Auf die derartig gereinigten Oberflächen können, wie im Unteranspruch 3 angegeben, in einem sich anschließenden Beschichtungsprozeß, insbesondere mittels Sputterbeschichten und/oder Bedampfungsbeschichtung z. B. metallische (siehe Unteranspruch 7) oder kunststoffhaltige Einzelschichten oder Schichtfolgen (siehe Unteranspruch 8) aufgebracht werden, die bei gereinigter Oberfläche unmittelbar auf dem Substratträger und dadurch mit einer definierten Haftfestigkeit haften.

Neben einer Reinigung unter Verwendung einer dielektrisch behinderten Entladung ist als einzuätzliches Reinigungsverfahren die Verwendung einer Glimmentladungsvorrichtung vorgesehen (siehe Unteranspruch 4). Die Kombination derartiger Reinigungsverfahren ist vorteilhaft, da z. B. in einem ersten Reinigungsschritt während der Abpumpphase die Barriereentladung betrieben wird und nach Erreichen eines Mindestdrucks die Glimmentladung gezündet werden kann.

Da die dielektrisch behinderte Entladung die Oberfläche mit keiner oder nur geringer Erwärmung reinigt, eignet diese sich für die Reinigung einer Vielzahl von aus unterschiedlichen Materialien bestehenden Oberflächen (siehe Unteranspruch 5), von Vorteil jedoch für thermisch nicht belastbare Oberflächen, wie z. B. Kunststoffoberflächen, insbesondere gefertigt aus Thermoplasten und Polyäthylenen.

Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen 2 bis 8 angegeben.

Die Verwendung dielektrischer Entladungsvorrichtung sowie ein erfindungsgemäßes Verfahren sind in den in den Fig. 1 bis 3 dargestellten vorteilhaften Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch eine Vakuumbeschichtungskammer mit integrierter Barriereentladungsvor-

richtung,

Fig. 2 einen Detailausschnitt der Fig. 1 in vergrößerter Darstellung und

Fig. 3 einen Schnitt durch eine Vakuumbeschichtungskammer nach einem zweiten Ausführungsbeispiel.

Die in Fig. 1 dargestellte Vakuumbeschichtungskammer besteht im wesentlichen aus einer evakuierbaren Vakuumkammer 1, die einen im wesentlichen rechteckigen Grundquerschnitt aufweist, wobei in die Kammerwände 9a, 9b, 9c, 9d jeweils sich gegenüberliegende Vakuumprozeßstationen A, B, C, D angeordnet sind. Bei den zu beschichtenden Oberflächen der Substratkörper 2a—2h (siehe Fig. 2) handelt es sich um Scheinwerferinnenreflektorflächen 5a, 5b, die jeweils paarweise auf einer Haltevorrichtung 14a, 14b, 14c, 14d in der Vakuumkammer 1 angeordnet sind. Zur Beschickung der Vakuumkammer 1 werden die Substratkörper 2a—2h über die Schleuse 7 in die Vakuumkammer 1 eingebracht. Die Schleuse 7 besteht dabei im wesentlichen aus einer parallel zur Kammerwand 9d in Richtung der eingezeichneten Pfeile verschiebbaren Schleusentür 11. Die Schleusentür 11 weist eine Ausnehmung 3 auf, in welche drei einzelne Barriereentladungsvorrichtungen 4a, 4b, 4c angeordnet sind, die in bekannter und in der Zeichnung nicht näher dargestellter Art ausgebildet ist und im wesentlichen aus mindestens zwei Elektroden, sowie einem in den Entladungsraum zwischen und benachbart zu einer Elektrode angeordneten Dielektrikum besteht und einer ebenfalls nicht dargestellten Stromquelle besteht. Bei geschlossener Schleusentür 11 sind die Barriereentladungsvorrichtungen 4a—4c gegenüber den zu reinigenden Oberflächen 5a, 5b positioniert und mit den, die UV-Strahlung emittierenden Plasmavolumen diesen zugewandt. Die gesamte Vakuumkammer 1 wird nach dem Schließen der Schleuse 7 mittels Vakuumpumpen 6 evakuiert. Während der gesamten Abpumpphase auf den zur Beschickung notwendigen Kammerdruck, werden die Barriereentladungsstrahler 4a—4c aktiviert, wobei die aus den Strahlern 4a—4c austretende UV-Strahlung auf die zu reinigenden Oberflächen 5a, 5b auftritt und diese mittels photochemischer Zersetzung reinigt. Nach Erreichen des für die folgenden Beschichtungsprozesse notwendigen Enddrucks innerhalb einer typischen Evakuierungszeit von ca. 15 Sek., werden die um den Kammermittelpunkt M auf einem Drehkarussell 13 gelagerten Substratkörper 2a—2h zu einer zweiten Prozeßstation B gedreht. In der Station B können die vorge reinigten Oberflächen 5a, 5b z. B. mittels einer Glimmentladevorrichtung 16 einem zweiten Reinigungsprozeß unterzogen werden. Kann auf diesen zweiten Reinigungsprozeß in der Station B verzichtet werden, so kann wie in Fig. 3 dargestellt die Beschichtungsstation B ganz entfallen. Die in der Station A und/oder B gereinigten Substratkörperoberflächen 5a, 5b, werden nach Weitertransport mittels des Drehkarussells 13 vor die Prozeßstation C bzw. D in einem vakuumgestützten Beschichtungsverfahren z. B. mit einer reflektierenden Metallschicht und einer auf die Metallschicht mittels einer Schutzschichtbeschichtungsvorrichtung 12 aufgetragenen transparenten Schutzschicht beschichtet. Zur Entnahme der beschichtenden Substratkörper 2a—2h werden diese in die Entnahme- bzw. Beschickungsstation A wie durch die Drehrichtungspfeile angedeutet weitergedreht und nach Öffnen der Schleusentür 11 aus der Vakuumkammer 1 entnommen.

Ein weitere Ausbildung der Barriereentladevorrichtung ist in Fig. 2 dargestellt. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist die erste Elektrode 20 plattenförmig ausgebildet

und ist an ihrer den Substratkörperoberflächen 5a, 5b zugewandten Fläche mit einer aus einer dielektrischen Substanz bestehenden Platte 24 bedeckt. Die zweite Elektrode 22 besteht aus einer Gitteranordnung, die sowohl für die aus dem zwischen dem Dielektrikum und der zweiten Elektrode Entladungsraum (Entladungsstrecke) austretende UV-Strahlung wie auch für Plasmateilchen teilweise transparent ist. Diese Elektrodenausbildung hat den Vorteil, daß die Strahlungsquelle (UV-, Plasmateilchenquelle) über den gesamten zu reinigenden Flächenbereich homogen abstrahlt, wodurch die Oberflächen gleichmäßig gereinigt werden. Zur elektrischen Versorgung der Elektrode 20 bzw. 22 ist eine mit den Elektroden elektrisch leitend verbundene Stromquelle 26 vorgesehen.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Vakuumkammer
- 2 Substratkörper
- 3 Ausnehmung
- 4 a, b, c, d, Strahlungsquelle
- 5 a, b) Oberflächen
- 6 Pumpvorrichtung
- 7 Schleuse
- 8 Transportvorrichtung
- 9 Kammerwand/a, b, c, d
- 10 Sputtervorrichtung
- 11 Schleusentür
- 12 Schutzschichtsputtervorrichtung
- 13 Drehkarussell
- 14 a, b, d, d = Haltevorrichtung
- 16 Glimmentladevorrichtung
- 18 Plasmazone
- 20 Erstelektrode
- 22 Zweitelektrode
- 24 Dielektrikum
- 26 Stromquelle
- A Reinigungsstation
- B Glimmereinigungsstation
- c Sputterbeschichtungsstation
- D Schutzbeschichtungsstation
- M Drehpunkt

#### Patentansprüche

1. Verwendung einer dielektrisch behinderten Entladungsvorrichtung (4a, 4b, 4c, 4d) für die Oberflächenbehandlung, insbesondere Oberflächenreinigung, in einer Vakuumkammer (1).
2. Verwendung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächenreinigung während der Evakuierungsphase der Vakuumkammer (1) durchgeführt wird.
3. Verwendung nach Anspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in der Vakuumkammer (1) Vorrichtungen (10, 12) zum Vakuumbeschichten von Oberflächen (5a, 5b), insbesondere Sputterbeschichten und/oder Bedampfungsbeschichten, vorgesehen sind, wobei die zu beschichtenden Oberflächen (5a, 5b) vor ihrer Beschichtung durch Einwirkung der dielektrisch behinderten Entladung gereinigt werden.
4. Verwendung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Vakuumkammer (1) Mittel (16) zur Erzeugung und Aufrechterhaltung einer Glimmentladung vorgesehen sind, und daß die zu beschichtenden Oberflä-

chen (5a, 5b) vor ihrer Beschichtung durch simultane und/oder in Abfolge applizierte Einwirkung einer Glimmentladung bzw. einer dielektrisch behinderten Entladung gereinigt wird.

5. Verwendung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zu beschichtenden Oberflächen (5a, 5b) aus Metall, Keramik, Glas oder Kunststoffen, insbesondere Duroplasten, Thermoplasten oder Polyäthylenen bestehen.

6. Verwendung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrisch behinderte Entladung mittels der in der Entladungswolke erzeugten Masseteilchen und/oder durch die bei der elektrischen Entladung erzeugte UV-Strahlung auf die Oberflächen (5a, 5b) einwirkt.

7. Verwendung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6 für Kunststoffoberflächen (5a, 5b) insbesondere für mit einer Metallschicht zu beschichtenden Oberfläche (5a, 5b), insbesondere Reflektoroberfläche (5a, 5b).

8. Verwendung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7 für Folienoberflächen, insbesondere für mit einer Metallschicht zu beschichtenden Folie.

9. Verfahren zur Behandlung, insbesondere zur Reinigung von unter Vakuumbedingungen zu beschichtenden Oberflächen, wobei eine durch eine dielektrische Schicht behinderte Entladung zwischen zwei leitfähigen Elektroden aufrechterhalten wird, und die bei der Entladung entstehende Teilchen- und/oder Photonenstrahlung auf die Oberfläche (5a, 5b) derartig einwirkt, daß die Oberflächenstruktur, insbesondere im oberflächennahen Grenzbereich modifiziert wird, wodurch insbesondere auf der Oberfläche (5a, 5b) angelagerte Verunreinigungen, insbesondere ölhaltige Anlagerungen abgelöst werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Reinigung der Oberfläche (5a, 5b) und die Beschichtung, insbesondere die im Anschluß an die Reinigung erfolgende Beschichtung innerhalb derselben Vakuumkammer (1) durchgeführt werden.

11. Vorrichtung zur Verwendung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9 und zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 9 und/oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß in einer Vakuumbeschichtungskammer (1) mindestens eine Barriereentladungsvorrichtung (4a, 4b, 4c, 4d) angeordnet ist, mittels welcher eine in der Vakuumkammer (1) und gegenüber der Barriereentladungsvorrichtung (4a, 4b, 4c, 4d) angeordnete, zu reinigende Oberfläche (5a, 5b) mittels der, aus der Barriereentladevorrichtung (4a, 4b, 4c, 4d) austretenden UV-Strahlung und/oder dem Plasmateilchenfluß, insbesondere während der Abpumpphase der Vakuumkammer (1) infolge eines photochemischen und/oder plasmachemisch induzierten Reinigungsprozesses behandelbar ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

60

65

- Leerseite -

FIG.2

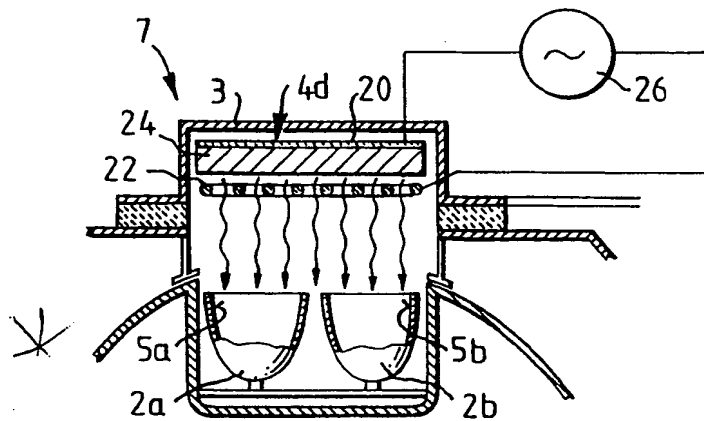


FIG.1

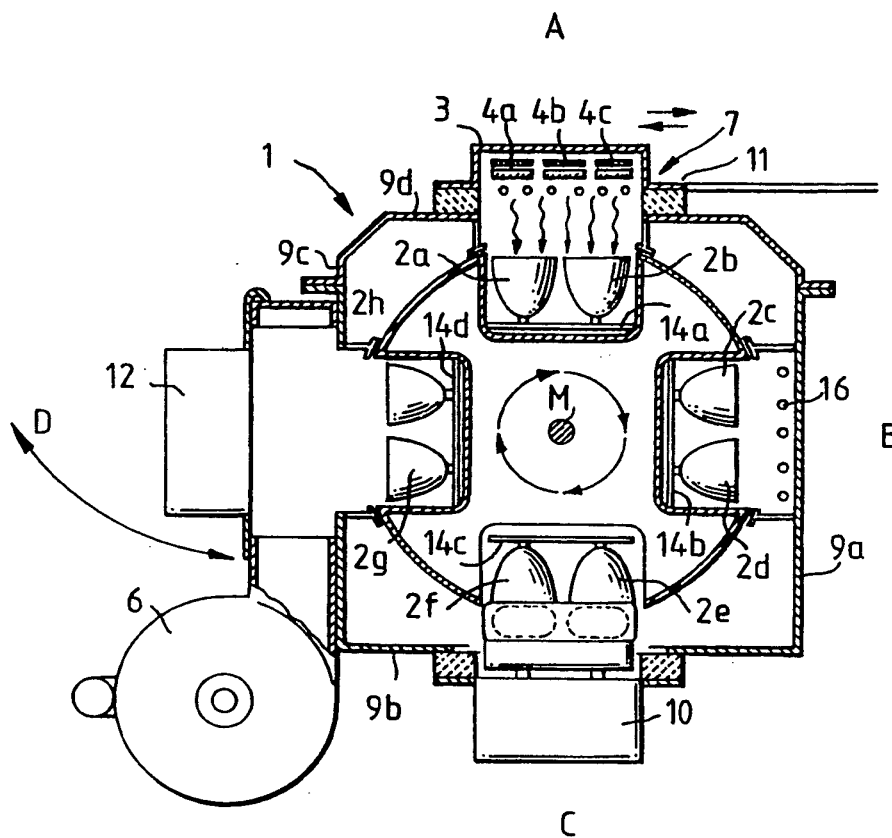


FIG.3

